

PENGARUH FUNGI INDIGENOUS TOLERAN Zn TERHADAP PERTUMBUHAN BIBIT JAGUNG DI MEDIA *TAILING* STERIL

EFFECT OF INDIGENOUS FUNGI TOLERANT Zn ON CORN SEEDLING GROWTH IN STERILE TAILINGS MEDIUM

Ratna Santi¹, Benny Joy², Regina Hindersah² dan Dedi Nusyamsi³

¹Fakultas Pertanian, Universitas Bangka Belitung, Pangkalpinang, Telp.(0717) 422145

² Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran, Bandung

³ BBSLDP, Cimanggu, Bogor

Korespondensi : ratnasanti_ubb@yahoo.com

Diterima 27 April 2015 /Disetujui 10 Juni 2015

Abstrak

Keberadaan logam Zn dalam jumlah tertentu di *tailing* pasca tambang akan berdampak pada rendahnya populasi mikroba tanah dan menghambat pertumbuhan tanaman. Aplikasi pemanfaatan fungi indigenus dari lahan tercemar merupakan salah satu usaha dalam memperbaiki sifat tanah untuk pertumbuhan tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh inokulasi fungi dan toksisitas Zn terhadap pertumbuhan jagung pada fase VE-V9 di media *tailing* steril. Fungi diisolasi dari *tailing* lahan pasca penambangan timah di Sungailiat Bangka. Tiga isolat dari 15 isolat dipilih untuk pengujian pengaruh inokulasi fungi terhadap pertumbuhan jagung. Percobaan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dua faktor dengan perlakuan jenis fungi dan konsentrasi Zn. Isolat yang digunakan toleran terhadap Zn pada konsentrasi 0-25 ppm dan mampu menghasilkan fitohormon. Hasil percobaan di rumah kaca menunjukkan bahwa inokulasi fungi nyata memperbaiki pertumbuhan jagung, dibandingkan tanpa inokulan. Serapan tertinggi ditunjukkan oleh isolat R 7J1, namun pertumbuhan jagung terbaik didapatkan dari inokulasi isolat B 2J1.

Kata kunci : Fungi, Jagung, *Tailing*, Zn

Abstract

The existence of Zn metal in a certain amount in the post tin mine tailings will result in low soil microbial populations and inhibit plant growth. Application of indigenous fungi utilization on contaminated land is one effort to improve soil properties for plant growth. This study aimed to determine the effect of inoculation of fungi and toxicity of zinc on the growth of corn in the phase of VE-V9 in sterile *tailings* medium. Fungi were isolated from post tin mining tailings tin lands in Bangka Sungailiat. Three isolates from 15 isolates were selected to test the effect of fungal inoculation on the growth of corn. Experiment used a Randomized Complete Block Design (RCBD) two factors with fungi and Zn concentration treatments. Tolerant isolates used were at a concentration of 0-25 ppm Zn and capable to produce phytohormones. Result of experiment in greenhouse showed that fungal inoculation substantially improved the growth of maize, compared with no inoculant. The highest uptake was shown by isolates of R 7J1, but the best corn growth inoculation isolates obtained from B 2J1.

Key words : Fungi, Maize, Tailings, Zn

PENDAHULUAN

Zn termasuk salah satu *trace metals* yang dalam jumlah tertentu merupakan unsur logam yang dibutuhkan oleh organisme hidup sebagai katalis beberapa enzim (*metalloenzim*), namun dalam jumlah berlebihan dapat menimbulkan racun (Kabata-Pendias dan Mukherjee, 2007; Sagardoy *et al.*, 2008). Kelebihan Zn pada konsentrasi tertentu pada tanaman dapat menyebabkan klorosis pada daun muda karena defisiensi Fe dan Mg pada tumbuhan (Reichman, 2002; Sagardoy *et al.*, 2010). Kelebihan kandungan Zn pada manusia menyebabkan disfungsi yang menimbulkan gangguan pada pertumbuhan dan sistem reproduksi (Duruibe *et al.*, 2007).

Penggunaan fungi indigenus dari tanah terkontaminasi dapat sebagai bioagen remediasi yang efektif pada bioremediasi tanah tercemar, berdasarkan kemampuan tumbuh (*survival*) di lingkungan yang mengandung logam berat tinggi (Iram *et al.*, 2009). Pemanfaatan potensi biologis seperti mikroba indigenus dapat menjadi solusi yang cukup baik dengan kemampuan beradaptasi yang lebih baik pada kondisi lahan tercemar.

Perlu pengujian potensi inokulasi fungi indigenus dan pengaruh Zn terhadap pertumbuhan bibit tanaman dalam usaha mendapatkan fungi toleran logam yang dapat berasosiasi dengan tanaman. Jagung digunakan sebagai tanaman indikator didasari pada kemampuan tanaman jagung sebagai akumulator logam berat dan kemampuan akar jagung menjadi inang yang bersimbiosis dengan beberapa mikroorganisme (Lasad dan EPA, 2009). Keberadaan berbagai jenis mikroba di daerah rizosfer akan memperbaiki sistem

perakaran tanaman, melalui penyediaan unsur hara dan kemampuan memproduksi fitohormon (Pattern dan Glick, 2002; Yan de *et al.*, 2007). Kuffner *et al.* (2008), menginformasikan inokulasi *Agromyces* dan *Streptomyces* mikrobaindigenus dari rizosfer pada *Salix caprea* selain resistensi Zn, juga mampu memproduksi IAA (*Indole Acetic Acid*).

BAHAN DAN METODE

Percobaan dilakukan di Rumah Kaca Universitas Padjadjaran Jatinangor dari bulan Mei 2014 sampai Juli 2015. Analisis kimia *tailing*, kompos dan logam Zn dilakukan di Laboratorium Balai Besar Sumber Daya Lahan Pertanian Cimanggu, Bogor.

Percobaan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan faktor pertama isolat fungi terdiri atas : tanpa isolat, isolat 2J1 dan isolat 7J1. Faktor kedua konsentrasi logam terdiri atas : tanpa Zn (kontrol), 25 ppm Zn dan 50 ppm Zn. Terdapat 9 kombinasi perlakuan dengan tiga ulangan sehingga diperoleh 27 satuan percobaan.

Persiapan media tanam

Jenis *tailing* timah yang digunakan pada penelitian ini adalah *tailing* pasir (*sandy tailing*) yang diambil secara komposit dari tumpukan *tailing* di TB tambang 142 Pemali Sungailiat (Kabupaten Bangka Induk). *Tailing* dan kompos yang akan digunakan sebagai media tanam dikering anginkan. Kemudian *tailing* dan kompos sebanyak 250 g disterilkan dengan autoklaf pada suhu 121⁰C selama 30 menit. Sebagai nutrisi awal untuk tanaman dan mikroba digunakan kompos yang dicampur merata dengan *tailing* pada saat pembuatan media

tanam. Media tanam dimasukkan ke dalam pot plastik volume 300 mL dengan perbandingan *tailing* dan kompos masing-masing 7 : 3.

Sterilisasi Benih Jagung

Sterilisasi benih dilakukan dengan cara biji dicuci dengan air mengalir selama 10 menit dan direndam dalam alkohol 70% selama 30 detik. Alkohol dihilangkan dengan membilas biji menggunakan air steril yang didestilasi sebanyak 3 kali. Kemudian biji direndam dalam larutan HgCl 0,05% selama 5 menit dan dicuci kembali dengan air steril sebanyak tiga kali.

Pembuatan Inokulan

Pembuatan inokulan cair dengan cara memindahtanankan biakan murni isolat fungi pada plat agar media PDA. Selanjutnya biakan fungi diinkubasi pada suhu 30 °C selama 3-7 hari. Biakan murni diletakkan di bawah lampu selama 3 hari untuk menginduksi pertumbuhan spora fungi. Selanjutnya hifa fungi pada plat agar dikoleksi dan disuspensikan ke dalam 10 ml NaCl fisiologi. Dengan metode pengenceran diperoleh suspensi fungi dengan kepadatan sel spora 10^6 CFU mL⁻¹ menggunakan haemocytometer.

Penanaman dan Inokulasi fungi

Benih jagung steril dikecambahkan di dalam kertas merang lembab selama dua hari sampai plumula muncul dan tumbuh akar. Benih jagung yang telah berkecambah ditanam pada media tanam sebanyak 2 benih setiap pot. Penjarangan dilakukan setelah benih tumbuh pada umur 5 HST dengan meninggalkan satu tanaman per pot. Inokulasi fungi dilakukan pada saat penanaman, dosis 20 ml per tanaman dengan kepadatan 10^6 spora mL⁻¹.

Teknik inokulasi dilakukan dengan cara menyiramkan inokulum cair ke media tanam (campuran *tailing* dan kompos) di sekitar perakaran tanaman. Selanjutnya tanaman dipelihara sampai memasuki fase V9 (umur 28 HST) (Subekti *et al.*, 2008). Pemeliharaan dilakukan di Rumah kaca dengan penyiraman 1 kali 1 hari dengan aquades setiap hari untuk menjaga kondisi air tanah pada kapasitas lapang.

Variabel Respons yang Diamati

Variabel respon pertumbuhan tanaman yang diamati meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, berat kering biomassa tanaman. Selanjutnya dilakukan analisis logam Zn pada biomassa tanaman dan Zn pada media tanaman *tailing* diakhir penelitian secara komposit.

Prosedur Analisis Total Zn di Media Tanam dan Biomassa Tanaman

Metode yang digunakan untuk pengukuran kadar Zn untuk tanah adalah oksidasi contoh tanah dengan HNO₃ dan HClO₄ dan kandungan diukur dengan *atomic absorption spectrophotometer* (AAS). Sedangkan Ekstraksi logam berat total tanaman dengan cara pengabuan basah menggunakan campuran HNO₃ dan HClO₄ dan kandungan diukur dengan *atomic absorption spectrophotometer* (Jadia dan Fukelar, 2008 dan Sulaeman *et al.*, 2009). Sebanyak 2,5g contoh tanah halus < 0,5mm atau contoh tanaman halus < 0,5mm dimasukkan ke dalam tabung digest kemudian ditambahkan 5 mL asam nitrat (HNO₃) dan dibiarkan satu malam. Setelah 1 malam, dipanaskan pada suhu 100°C selama 1 jam 30 menit, didinginkan dan ditambahkan lagi 5 mL asam nitrat (HNO₃) dan 1 mL asam percolat HClO₄ atau hydrogen perosida. Larutan tanah dipanaskan hingga 130°C selama 1 jam,

suhu ditingkatkan lagi menjadi 150⁰ C selama 2 jam 30 menit hingga uap kuning habis. Setelah uap kuning habis suhu ditingkatkan menjadi 170⁰C selama 1 jam, kemudian suhu ditingkatkan menjadi 200⁰C selama 1 jam sampai terbentuk uap putih. Destruksi selesai dengan terbentuknya endapan putih atau sisa larutan jernih kira – kira sebanyak 1 mL. Ekstrak didinginkan kemudian diencerkan dengan air bebas ion menjadi 25 mL, lalu dikocok hingga homogen dan biarkan semalam. Ekstrak jernih digunakan untuk pengukuran logam berat Pb, Zn menggunakan AAS metode nyala untuk tingkat konsentrasi ppm dengan deret standar sebagai pembanding.

Metode Analisis Data

Data hasil pengamatan untuk respons pertumbuhan tanaman dianalisis dengan menggunakan Sidik Ragam Anova pada taraf 5% dan bila berbeda nyata dilanjutkan dengan uji Jarak Berganda Duncan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tailing yang digunakan untuk penelitian diambil dari lokasi tambang timah aktif PT. Timah TB 142 Sungaliat (Kabupaten Bangka Induk). *Tailing* mempunyai tingkat kesuburan yang sangat rendah yang dicirikan oleh pH tanah yang masam (pH 4.7), C-organik 0.13 (sangat rendah), P-Bray1 8.25 mg.kg⁻¹ (sangat rendah), N-Total 0.01% (sangat rendah). *Tailing* termasuk dalam kelas tekstur pasir (*sandy*) dengan agihan fraksi pasir mencapai 97 %, dan sisanya berupa fraksi debu dan liat. Tingkat kesuburan *tailing* berdasarkan hasil analisis termasuk rendah, maka sebagai sumber hara awal untuk tanaman dan

mikroba diberikan kompos sebagai perlakuan dasar. Hasil analisis kimia kompos yang digunakan pada penelitian ini meliputi pH 8.2 (agak alkalis), C-total 9.5% (sangat tinggi), N-Total 1.03% (sangat tinggi), P₂O₅ Total 0.69% (sangat rendah), K₂O Total 1.34% (sangat rendah), Zn total 57 mg.kg⁻¹(sedang).

Hasil pengukuran suhu udara dan kelembaban menggunakan alat hygrometer di Rumah kaca Fakultas Pertanian Unpad Ciparanje suhu pagi 22,10⁰C dan siang 28,53⁰C. Kelembaban udara pagi 78,64% dan siang 45,85%.

Pertumbuhan Tanaman

Hasil analisis varian menunjukkan bahwa interaksi antara fungi dan Zn berpengaruh nyata terhadap jumlah daun umur 7 dan 14 HST, namun tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah daun 21 dan 28 HST (Tabel 1). Pengaruh inokulasi fungi nyata pada pemberian ketiga taraf Zn terhadap jumlah daun 14 HST, tetapi tidak berbeda nyata pada 50 mg kg⁻¹ Zn terhadap jumlah daun 7 HST. Nilai tertinggi didapatkan dari isolat R 2J1 pada pemberian 25 Zn mg kg⁻¹ terhadap jumlah daun 7 HST dan 50 mg kg⁻¹ Zn pada umur 14 HST.

Hasil analisis varian juga menunjukkan bahwa interaksi antara fungi dan Zn berpengaruh tidak nyata pada tinggi tanaman, namun perlakuan mandiri fungi dan Zn berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman jagung selama 28 HST (Tabel 2).

Inokulasi fungi dengan nyata dapat memperbaiki pertumbuhan jagung lebih baik dibandingkan dengan perlakuan tanpa inokulan. Perlakuan isolat R 2J1 tidak berbeda nyata terhadap isolat B 7J1 pada tinggi tanaman 21 HST dan jumlah daun 28 HST (Tabel 2 dan 3).

Pengaruh konsentrasi Zn berbeda nyata terhadap tinggi tanaman pada umur 7, 21 dan 28 HST, dibandingkan tanpa Zn. Nilai tertinggi terdapat pada perlakuan 50 mg

kg^{-1} Zn, walaupun berbeda tidak nyata dengan 25 mg kg^{-1} Zn, kecuali pada umur 21 HST terhadap tinggi tanaman (Tabel 2).

Tabel 2. Pengaruh Mandiri Fungi dan Konsentrasi Zn terhadap Tinggi Tanaman Jagung selama 28 HST pada Media Steril di Rumah kaca

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm)			
	7	14	21	28
Fungi				
f_0 (tanpa isolat)	11,18 a	18,97 a	26,25 a	44,02 a
f_a (R 2J1)	12,05 b	22,13 b	34,74 c	50,66 b
f_b (B 7J1)	12,81 b	21,66 b	32,71 b	48,45 b
Zn				
k_0 (0 mg kg^{-1})	9,82 a	20,18 a	29,34 a	46,21 a
k_1 (25 mg kg^{-1})	13,44 b	20,87 a	31,11 b	47,11 ab
k_2 (50 mg kg^{-1})	12,77 b	21,70 a	33,25 c	49,81 b

Keterangan : Angka – angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf 5%

Tabel 3. Pengaruh Mandiri Fungi dan Konsentrasi Zn terhadap jumlah Daun Jagung 21 dan 28 HST pada Media Steril di Rumah kaca

Perlakuan	Jumlah Daun (cm)	
	21	28
Fungi		
F_0 (0 isolat)	3,99 a	4,44 a
f_a (R 2J1)	4,26 a	4,88 a
f_b (B 7J1)	4,22 a	5,00 b
Zn		
k_0 (0 mg kg^{-1})	4,11 a	4,66 a
k_1 (25 mg kg^{-1})	4,18 a	4,88 a
k_2 (50 mg kg^{-1})	4,18 a	4,77 a

Ket. : Angka – angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf 5%.

Adanya perbedaan respon pertumbuhan tanaman terhadap perlakuan inokulasi dan Zn berhubungan dengan fase pertumbuhan jagung dan kebutuhan hara termasuk Zn. Pertumbuhan tanaman jagung pada fase 21 dan 28 HST, termasuk

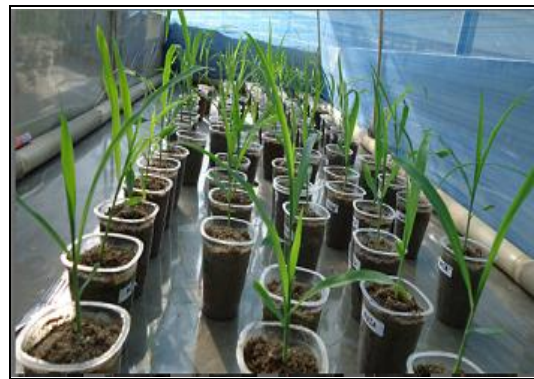
dalam fase perkembangan organ vegetatif. Fase V6-V10 berlangsung antara umur 13-35 hari setelah berkecambah. Terjadi penyerapan unsur hara secara optimal disertai dengan perkembangan akar dan pemanjangan batang yang cepat

(Mc.William *et al.*, 1999 dalam subekti *et al.*, 1999). Hal ini diperkuat dengan hasil penelitian Soudeks *et al.*, (2010), penyerapan hara efektif pada tanaman jagung terjadi pada umur 21-35 HST. Selain itu, inokulasi fungi isolat R 2J1 diduga

dapat memberikan ketersediaan hara di media tanam yang lebih baik daripada perlakuan lainnya pada konsentrasi Zn 50 mg kg⁻¹. Hal ini terlihat dari pertumbuhan tanaman yang lebih baik dibandingkan perlakuan lainnya.



A



B

Gambar 1. Pertumbuhan kecambah jagung pada media steril di Rumah kaca pada (A) 3 HST dan (B) 14 HST.

Hasil analisis varian menunjukkan interaksi antara fungi dan konsentrasi Zn berpengaruh nyata terhadap bobot kering biomassa. Pengaruh inokulasi fungi nyata pada ketiga taraf konsentrasi Zn terhadap bobot kering biomassa tanaman. Perlakuan

inokulasi fungi R 2J1 dan B 7J1 dapat meningkatkan bobot kering biomassa pada pemberian konsentrasi Zn 0, 25 dan 50 mg kg⁻¹, walaupun tidak berbeda nyata antar perlakuan inokulasi (Tabel 4).

Tabel 4. Pengaruh Interaksi antara Fungi dan Konsentrasi Zn terhadap Bobot Kering Biomassa Jagung pada Media Steril di Rumah kaca 28 HST

Fungi	Berat kering (g tan ⁻¹)		
	0 mg kg ⁻¹ Zn	25 mg kg ⁻¹ Zn	50 mg kg ⁻¹ Zn
f ₀ (tanpa isolat)	7,50 a	7,35 a	7,55 a
	A	A	A
f _a (R 2J1)	8,64 a	11,95 b	11,10 b
	B	B	B
f _b (B 7J1)	7,72 a	12,14 b	12,19 b
	A	B	B

Keterangan : Angka – angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf 5%. Huruf kecil dan kapital dibaca horizontal dan vertikal.

Inokulasi R 2J1 dan B 7J1 pada Zn 25 dan 50 mg kg⁻¹ lebih meningkatkan bobot biomassa tanaman dibandingkan tanpa Zn. Hal ini diduga karena adanya peningkatan

kandungan Zn di dalam tanah melalui perlakuan konsentrasi Zn yang awal penelitian hanya 17 mg kg⁻¹ mencapai 50 mg kg⁻¹. Peningkatan kandungan Zn akan

menyebabkan tingginya serapan Zn oleh tanaman jagung. Konsentrasi Zn pada batas kecukupan dalam jaringan tanaman akan meningkatkan pertumbuhan dan bobot biomassa tanaman.

Selain itu, inokulasi fungi nyata terhadap bobot kering dibandingkan tanpa inokulan diduga adanya kemampuan dari fungi menghasilkan fitohormon. Auksin, sitokinin dan giberelin merupakan tiga jenis hormone yang berperan dalam proses pemanjangan sel, menstimulasi pertumbuhan tunas, pertumbuhan akar, pemanjangan batang hipokotil, perluasan daun serta metabolisme nutrisi (Baca dan Elmerich, 2003). Penelitian selanjutnya perlu pengujian dan analisis fitohormon pada organ tanaman jagung terutama akar untuk mengetahui kemampuan inokulasi fungi terhadap perkembangan perakaran jagung.

Analisis Logam Zn

Hasil analisis logam Zn yang dilakukan pada media tanam dan biomassa tanaman secara komposit menunjukkan adanya keragaman kandungan Zn pada tiap perlakuan inokulasi fungi (Tabel 5). Serapan tertinggi didapatkan pada perlakuan inokulasi isolat B 7J1 pada konsentrasi logam 50 mg kg⁻¹ yaitu 98 mg kg⁻¹ bobot kering. Sedangkan Zn di media tanam pada perlakuan tersebut adalah 61,7 mg kg⁻¹.

Kandungan Zn di setiap tanaman percobaan rerata lebih tinggi dari kandungan Zn pada tanaman jagung umumnya. Terjadi peningkatan kandungan Zn dalam jaringan tanaman, sejalan dengan meningkatnya konsentrasi Zn pada tiap perlakuan. Hal menunjukkan tanaman jagung mempunyai mekanisme menyerap

dan mengakumulasi logam dalam jumlah yang tinggi (Soudek *et al.*, 2010).

Berdasarkan kebutuhan Zn tanaman, kandungan Zn dalam jaringan tanaman termasuk tinggi pada perlakuan 25 dan 50 ppm yaitu berada pada kisaran 71-98 ppm Zn. Konsentrasi Zn pada jagung rata-rata 25-36 mg.kg⁻¹ dan tergantung pada genotif dan ekosistem (Kabata-Pendias dan Murherjee, 2007). Kandungan Zn dalam jaringan tanaman jagung tinggi apabila berada pada kisaran diatas 71-81 ppm (Lahudddin, 2007).

Tabel 5. Rerata Total Kandungan Zn dan Biomassa Media tanam Jagung yang Diinokulasi Fungi pada Media Tanam steril di Rumah kaca 28 HST.

Kombinasi (Fungi + Zn)	Kandungan Zn (mgkg ⁻¹)	
	Bio- massa	Media Tanam
F ₀ k ₀ (0 isolat + 0 Zn)	75	32,9
F ₀ k ₀ (0 isolat + 25 Zn)	72	49,7
F ₀ k ₁ (0 isolat + 50 Zn)	84	48,7
f _a k ₂ (2J1 + 0 Zn)	50	36,2
f _a k ₁ (2J1 + 25 Zn)	96	38,8
f _a k ₂ (7J1 + 50 Zn)	91	59,9
f _b k ₀ (7J1 + 0 Zn)	47	52,2
f _b k ₁ (2J1 + 25 Zn)	75	22,2
f _b k ₂ (7J1 + 50 Zn)	98	61,7

Keterangan : Analisis di Balai Penelitian
Sumber Daya Lahan (Balittan)
Cimanggu, Bogor (2014)

Adanya keragaman kandungan Zn pada perlakuan, diduga berhubungan dengan fase dan kondisi pertumbuhan tanaman dan toleransi fungi terhadap logam. Adanya peningkatan Zn di media diduga berasal dari perlakuan penambahan konsentrasi Zn dan masukan Zn melalui pemberian kompos sebagai nutrisi awal

tanaman dan mikroba. Selain itu, kandungan maupun ketersediaan Zn dalam tanah bagi tanaman juga yang dipengaruhi kondisi lingkungan tanah dan aktivitas mikroba. Tingginya Zn yang dapat diserap tanaman diduga berhubungan dengan adanya kemampuan melarutkan mineral Zn oleh fungi yang diujikan sehingga Zn tersedia di larutan tanah.

Terjadi penyerapan Zn oleh mikroba dan tanaman menyebabkan kandungan Zn di media tanam rendah. Sedangkan pada konsentrasi 50 mg kg⁻¹, diduga terjadi pelarutan Zn yang dilakukan oleh aktivitas mikroba (fungi) pada sumber Zn seperti dari kompos dan Zn terikat pada koloid tanah. Selain bersifat sebagai logam berat, Zn merupakan unsur mikro esensial bagi pertumbuhan tanaman dan metabolisme mikroba (Kabata-Pendias dan Mukherjee, 2007).

Zn dibutuhkan tanaman sebagai kofaktor beberapa enzim (*metalloenzim*), pembentukan auksin, protein, karbohidrat (Kabata-Pendias dan Mukherjee, 2007); dan meningkatkan jumlah klorofil pada tanaman defisiensi Zn (Cui dan Zhao, 2011). Sedangkan fungi adalah organisme heterotrop, sebagai saprofit sumber energi untuk kerangka karbon berasal dari oksidasi senyawa anorganik. Organisme ini memperoleh energi melalui reaksi reduksi-oksidasi dari substrat yang menjadi sumber nutrisinya. Bila dibandingkan dengan perlakuan tanpa inokulan dan tanpa Zn (foko), diduga Zn dalam media tanam masih cukup tersedia bagi tanaman yang berasal dari penguraian bahan organik kompos.

SIMPULAN

Inokulasi fungi dapat memperbaiki pertumbuhan tanaman pada kondisi

kelebihan Zn, dibandingkan tanpa inokulan. Pertumbuhan jagung terbaik ditunjukkan oleh inokulasi isolat R 2J1. Serapan Zn oleh tanaman jagung setelah 28 HST tertinggi didapatkan pada perlakuan inokulasi fungi B 7J1.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada PT. Tambang Timah Tbk. Pangkalpinang Bangka yang telah membantu, akomodasi dan perjalanan selama survey lokasi serta pengambilan bahan penelitian *tailing* pasir.

DAFTAR PUSTAKA

- Baca, B.E. and C. Elmerich. 2003. *Microbial Production of Plant Hormones*. In C.Elmerich and W.E. Newton (eds.), *Associative and Endophytic Nitrogen-fixing Bacteria and Cyanobacterial Associations*. Kluwer Academic Publishers. Netherlands.
- Couder, E. 2011. Zn Biogeochemical cycle in highly Zn-contaminated soil-plant system. Universite Catholique – Louvain.
- Cui, Y. and N. Zhao. 2011. Oxidative stress and change in plant metabolism of maize (*Zea mays*. L) growing in contaminated soil with elemental sulfur and toxic effect of Zinc. *Plant Soil Environ*. Vol. 57 (1):34-39
- Duruibe, J.O., Ogwuegbu, M.O.C and Ekwurugwu, J.N. 2007. Heavy metal pollution and human biotoxic effects. Leghth Research Paper. *International Physical Science*, 2(5): p.112-118
- Iram., S., Ahmad, S., Javed., B., Yaqoob, S., Akhtar, K., Kazmi, M.Z and Badar-uz-

- zaman. 2009. Fungal Toleransi Heavy Metals. *J Botany*, 41(5): p.2583-2594
- Jadia, C.D and M. Fulekar. 2008. Pytoremediation. The application of vermicompost to remove Zn, Cd, Cu, Ni and Pb by sunflower plant. *J. Environmental Engineering and Management*. Vol. 7(5):547-558.
- Kabata-Pendias, A and Mukherjee, A.B. 2007. *Trace Elements from Soil to Human*. New York : Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Kuffner, M., Puschenreiter, M., Wieshammer, G., Gorfer, M and Sessith, A. 2008. Rhizosphere bacteria affect growth and metal uptake of heavy metal accumulating willows. *Plant Soil*, 304 : p.35-44
- Lahuddin. 2007. Aspek Unsur Mikro dalam Kesuburan Tanah. USU e-Repository. Universitas Sumatera Utara Medan.
- Lasad, M.M and EPA, 2009. *The Use Plants for Removal of Toxic Metals from Contaminant Soil*. American Association for the Advancement of science and Environmental Science and Engineering Fellow. Environmental Protection Agency (EPA) Published.
- Pattern, C.L and Glick, B.R. 2002. Role of *Pseudomonas putida* indole acetic acid in development of the plant root system. *App Enviro Microbial*, 63: p.3795-3801
- Reichman, S.M. 2002. *The Responses of Plants to Metal Toxicity. Focusing on Copper, Manganese and Zinc*. Review. Published by Australian Minerals and Energy Environment Foundation Published.
- Soudek, P., S. Petrova, S, D. Benesova and T. Vanek. 2010. Phytoextraction of toxic metal by sun flower and corn plants. *J. Food Agriculture and Environmental*. Vol 8, Issues 3-4:383-390.
- Subekti, N.A., Safruddin, Efendy, R dan Sunarti, S. 2008. Morfologi Tanaman dan Fase pertumbuhan Jagung. Balai Penelitian Tanaman Serealia. Maros.
- Sagardoy, R., Morales, F., Lofez-Milan, A.F., Abadia, A and Abadia, J. 2008. Effects of zinc toxicity on sugar beet (*beta vulgaris* L.) plant grown in hydroponics. Research Paper. *J Plant Biology*, 11: p.339-350
- Sulaeman, Eviati, H. Sastramihardja, S.E. Aprilani dan M. Farida. 2009. Penetapan Unsur Logam Berat Total Cara Pengabuan Basah dengan HNO_3 dan HClO_4 . p. 110-113. In Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian (ed.). Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk. Balai penelitian dan Pengembangan Pertanian, Jakarta Selatan
- Yan-de, J., Zhen-li, H dan Ziao-e, Y. 2007. Role of soil rhizobacteria in phytoremediation of heavy metal contaminated soils. *J Zhejiang University Science*, 8(3): p.19-25.